

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБ

**Пачколина П.А.**

*Руководитель – доцент, д.т.н. Березовская В.В.*  
Уральский Федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург  
e-burg96\_polina@mail.ru

Широкое использование трубопроводных систем для транспортировки многих реагентов требует сохранности материалов, из которых изготовлены трубы, и обуславливает необходимость их защиты. Эти вопросы решаются по-разному, в зависимости от условий эксплуатации, видов труб и т.д.

Основным материалом сварных и бесшовных труб являются углеродистые стали обыкновенного качества, качественные и низколегированные (табл. 1), которые используются в основном под изоляционными покрытиями.

Таблица 1. Марки сталей труб для магистральных трубопроводов

Водопроводные	Газопроводные	Нефтепроводные
<b>Стали углеродистые обыкновенного качества</b>		
Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Ст6пс, Ст6сп	Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Ст6пс, Ст6сп	Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Ст6пс, Ст6сп
<b>Стали конструкционные углеродистые качественные</b>		
10, 20, 35, 45, 20А	05кп, 08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 11кп, 15кп, 15пс, 15, 18кп, 20кп, 20пс, 10, 20, 20А, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58, 60	05кп, 08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 11кп, 15кп, 15пс, 15, 18кп, 20кп, 20пс, 10, 20, 20А, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58, 60
<b>Стали конструкционные легированные</b>		
10Г2, 20Х, 40Х, 30ХГСА, 15ХМ, 30ХМА, 12ХН2,  38ХА, 30ХГСН2А, 30ХГСНМА38Х2МЮА, 12ХН3А, 12Х2НВФА	09ГСФ, 09Г2С, 20Х, 40Х, 10Г2А, 10Г2, 30ХГСА, 15ХМ, 30ХМА, 12ХН2, 38ХА, 30ХГСН2А, 30ХГСНМА, 38Х2МЮА, 12ХН3А, 12Х2НВФА	20Х, 40Х, 09ГСФ, 12Х8, 12Х2М1, 10Г2, 12МХ, 15Х5, 15Х5М, 5Х5ВФ, 12Х8ВФ, 10Г2, 30ХГСА, 15ХМ, 30ХМА, 12ХН2, 38ХА, 30ХГСН2А, 30ХГСНМА, 38Х2МЮА, 12ХН3А, 12Х2НВФА

Защита от коррозии магистральных трубопроводов как нефтегазовых, так и водопроводных обеспечивается нанесением изоляции после выпуска труб на предприятии или непосредственно на месте их монтажа. Технология нанесения экструдированного полиэтилена с твердым адгезионным подслоем, а также возможность пооперационного контроля при изоляции позволяют достичь значительно более высокого качества покрытия, по сравнению с изоляцией битумом, полимерными лентами и другими покрытиями, применяемыми в настоящее время. Однако, даже при высоких свойствах покрытия: устойчивости к внешним механическим повреждениям, адгезия к поверхности трубы, низкие водопоглощение и водопроницаемость, при их повреждении развивается коррозия под покрытием, развивающаяся по-разному в зависимости от химического состава и структуры стали, вида коррозионной среды, а также вида покрытия. Например, применение цементной изоляции позволяет повысить сроки эксплуатации водоводов за счет поддержания на поверхности стальной трубы щелочной среды ( $\text{pH}=12\text{--}12,5$ ) и обеспечения ее пассивации.

Коррозия под изоляцией (КПИ) является одной из самых сложных проблем в промышленности, вызванной проникновением воды под изоляцию трубопроводов и ведущей к быстрому развитию коррозии. Эта форма коррозии особо опасна в связи с тем, что ее появление, как правило, выявляется только после преждевременной и ведущей к серьезным последствиям поломки оборудования. Самым надежным методом контроля является полное удаление изоляции, визуальный контроль и последующие измерения (например, измерение питтингов или ультразвуковой и радиографический методы). Однако, эти методы контроля неэкономичны.

Проблема КПИ = CUI (Corrosion Under Insulation) – это глобальная проблема, которой уделяется большое внимание за рубежом. Так американская компания NineSigma на конкурсной основе ведет поиски новых технологий контроля, которые требуют минимального доступа к трубам и имеют высокую степень надежности в выявлении суммарного CUI-повреждения.

Кроме того, можно предсказывать эксплуатационную надежность того или иного покрытия, рассчитав показатель его качества. Для объективной оценки эксплуатационной надежности изоляционных покрытий предполагается выбрать параметры этой оценки и установить их весомость для тех или иных условий эксплуатации. В качестве эталонных показателей принимаются значения, выбор которых обусловлен требованиями, предъявляемыми ГОСТом, ТУ заводов-изготовителей. К таким показателям относятся химический состав материала образцов, данные о расположении, конфигурации и размерах выявленных дефектов, геометрические параметры труб (в частности фактическая и остаточная

толщина стенки трубы), механические характеристики трубной стали, расчетные напряжения, соответствующие условиям нагружения и режиму эксплуатации газопровода. На основе полученных данных необходимо составить математическую модель расчета количественного критерия состояния поверхности магистральных труб, чтобы объективно оценить эксплуатационную надежность покрытий без нарушения его целостности. Для разработки модели предполагается применить подходы, использованные для оценки надежности цинковых покрытий в работах [1, 2], так как они могут быть применены к любой технологии нанесения покрытия с поправкой на показатели свойств и коэффициенты весомости.

#### Список литературы

1. Пачколина П.А. К вопросу о сравнительной оценке эксплуатационной надежности изоляционных покрытий магистральных труб // Создание высокоэффективных производств на предприятиях горно-металлургического комплекса. Материалы международной научно-практической конференции. Екатеринбург, Уральский рабочий, 2013. С. 188-189.
2. Журнал «Металлург» (статья находится в печати).